

氏名 清 水 一 明

学 位 の 種 類 学 術 博 士

学 位 授 与 番 号 博 甲 第 820 号

学 位 授 与 の 日 付 平成 2 年 3 月 28 日

学 位 授 与 の 要 件 自然科学研究科物質科学専攻

(学位規則第 5 条第 1 項該当)

学 位 論 文 題 目 弱い遍歴電子強磁性体におけるスピン密度のゆらぎの効果

論 文 審 査 委 員 教授 山寄比登志 教授 田中基之 教授 小野文久

教授 永原 賢 教授 佐藤公行

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

金属磁性体の特に有限温度での磁氣的振舞いの解釈については、長年に渡って数多くの議論がなされてきた。近年、電子間相互作用の効果をスピン密度のゆらぎの異なるモード間の結合という形でその熱平衡状態に自己無撞着に取り込んだ理論 (SCR 理論) が Moriya 等によって提唱され、金属磁性論に新たな展開が見られた。本研究では、この金属磁性における電子間相互作用の寄与という固体物性の基本に関わる問題に関して、典型的な遍歴電子強磁性体と考えられる $\text{Fe}_x\text{Co}_{1-x}\text{Si}$ を例にとり、その磁氣的振舞いおよび磁気体積効果へのスピン密度のゆらぎの効果を通して実験的な考察を行った。

まず、熱膨張への磁氣的寄与の解析から、この系の磁気体積効果が SCR 理論によって定量的によく説明され、従ってスピン密度のゆらぎの効果がその磁性に顕著な寄与を及ぼしていることがわかった。次に、スピン密度のゆらぎという動的な性質に関する情報が磁化測定のみから得られるとする最近の Takahashi の理論に基づき、この系のスピン密度のゆらぎの性質に関する解析を行った。その結果、この系の磁氣的性質が Fe 濃度の増加と共に局在的な特徴を持ち、この系の有限温度での磁氣的振舞いおよび磁気体積効果が、スピン密度のゆらぎの性質という観点から統一的に理解できることが明かとなった。またこれによって、Takahashi の理論の妥当性が定量的にも示された。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

金属強磁性の問題は長年にわたって多くの研究者をひきつけてきた難問の一つである。その論点の中心は磁性を担う電子が原子間を動き回る遍歴モデルか、化合物磁性体のように各原子位置に留まる局在モデルかと言う点にある。遍歴モデルの中心をなすスー

ナー理論は低温の極限における金属磁性の実験事実をよく説明できるものの、有限温度で示す磁性は定性的にすら説明できない。それどころか、むしろ局在モデルによってよく記述される多くの実験事実があり、それらをめぐって多くの論争がなされてきた。しかし近年金属磁性理論に新たな展開がみられた。それは上に述べた2つのモデルを統一する描像として、スピンのゆらぎの理論が確立しつつあることである。この論文では、典型的な遍歴電子強磁性体と考えられる $\text{Fe}_x\text{Co}_{1-x}\text{Si}$ を取り上げ、その磁氣的振舞いおよび磁気体積効果へのスピン密度のゆらぎの効果を実験的に研究し、その結果がスピンのゆらぎの理論により説明できることを明らかにした。このような弱い遍歴電子強磁性体では一原子あたりの磁気モーメントが小さく、スピン密度のゆらぎの効果が特に重要になる。

磁気体積効果すなわち熱膨張に対する磁氣的寄与はスピンのゆらぎの理論の中でも主要な部分を占めている。この研究のために数年をかけてレーザーによる光干渉式熱膨張計を自ら製作し、その測定結果よりスピンのゆらぎの効果が熱膨張に顕著な寄与をおよぼしていることを明らかにしている。また詳細な磁化測定を行い、最近発展した理論結果を使って、ゆらぎの性質に関するパラメータを決定している。実験結果を総合して、スピンのゆらぎの理論およびそれに基づいた最近の理論も、この物質に非常によく適用できることを実証した。

本論文はスピンのゆらぎの理論という金属磁性、ひいては固体物性の基本に関わる問題を設定し、実験装置の製作から研究にとりかかり、かつみごとにそれを成し遂げている。

本論文の内容、論文発表会、参考論文を総合的に審査した結果、本論文が博士学位論文に値するものと認定する。